

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-095220

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G02F 1/1337

G02F 1/1335

G02F 1/1339

G09F 9/35

(21)Application number : 09-260595

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.09.1997

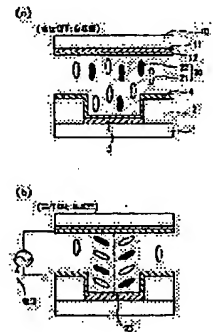
(72)Inventor : YAMADA NOBUAKI

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably obtain perpendicular orientation and to prevent the generation of stains.

SOLUTION: This device has perpendicular oriented films 4, 12 on the substrate surfaces corresponding at least to the picture element regions of both substrates 1, 10 which are smaller in the thickness of the liquid crystal layer on the peripheries of the picture element regions than the thickness of the liquid crystal layer of the picture element regions. The device consists of the constitution in which the dielectric constant anisotropy  $\Delta\epsilon$  of the liquid crystal layer 20 is negative, by which the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 20 disposed between a pair of the substrates 1 and 10 and composed of a liquid crystal material 21 contg. dichromatic dyestuffs 22 are perpendicularly oriented to the liquid crystal layer side surfaces of the substrates at the time of non-impression of voltage and are oriented axisymmetrically with each of the picture element regions at the time of voltage impression. At this time, the absorption axes of the dichromatic dyestuffs 22 are oriented perpendicularly to the perpendicular oriented films 4, 12 when the voltage is not impressed. The absorption axes are oriented horizontally with the substrates by the impression of the prescribed or higher voltage.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It has a liquid crystal layer containing the dichroic coloring matter pinched by the substrate of the pair which has both electrodes, and the substrate of this pair. The liquid crystal molecule of this liquid crystal layer has a negative dielectric constant anisotropy, and while it has the perpendicular orientation film on the substrate front face corresponding to a picture element field at least of these both substrates. The reflective mold liquid crystal display which has composition in which this liquid crystal molecule carries out orientation perpendicularly to the substrate of this pair at the time of no electrical-potential-difference impressing, and this liquid crystal molecule carries out orientation to the shape of axial symmetry for two or more picture element fields of every at the time of electrical-potential-difference impression.

[Claim 2] A reflective mold liquid crystal display according to claim 1 with the thickness of the liquid crystal layer outside this picture element field smaller than the thickness of the liquid crystal layer in said picture element field.

[Claim 3] The reflective mold liquid crystal display according to claim 2 which has the climax field which surrounds said picture element field on the front face which touches the liquid crystal layer of one [ at least ] substrate of the substrate of said pair.

[Claim 4] The thickness of said liquid crystal layer in said picture element field is a reflective mold liquid crystal display according to claim 1 to 3 which is the thickest in the center section of this picture element field, and decrease in number continuously toward the periphery of this picture element field.

[Claim 5] The thickness of one [ at least ] perpendicular orientation film of said perpendicular orientation film is a reflective mold liquid crystal display according to claim 4 which is the thinnest in the center section of this picture element field in said picture element field, and increases continuously toward the periphery of this picture element field.

[Claim 6] It is the reflective mold liquid crystal display according to claim 4 which the solid-state dielectric layer is formed in the front face of the substrate of said pair which touches the liquid crystal layer of one of substrates at least, and is the thinnest in the center section of this picture element field in said picture element field as for the thickness of this solid-state dielectric layer, and increases continuously toward the periphery of this picture element field.

[Claim 7] The reflective mold liquid crystal display according to claim 4 to 6 which has a projection in the center section of said picture element field.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the reflective mold liquid crystal display of the G-H (guest host) mold which added dichroic coloring matter especially in the liquid crystal ingredient about the reflective mold liquid crystal display which can be used for visual equipments, such as monitors of the computer as a flat-surface display generally used, for example, and TV.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally as a reflective mold liquid crystal display, the reflective mold liquid crystal display of the G-H (guest host) mold which added dichroic coloring matter in the liquid crystal ingredient is known. In order that dichroic coloring matter may change the absorbed amount of incident light according to the direction of a liquid crystal molecule of operation, this G-H mode is classified according to the liquid crystal molecular orientation-actuation situation which serves as a host, and, in the following three cases, is divided roughly.

[0003] (a) Incident light is absorbed and the display mode which has the level orientation film on a substrate when using the level orientation film will be in a black condition, when a liquid crystal molecule carries out orientation horizontally to a substrate and adds the dichroic coloring matter of p mold in a liquid crystal ingredient in the state of initial orientation. On the other hand, when the electrical potential difference made it impress, and a liquid crystal molecule operates perpendicularly to a substrate and adds the dichroic coloring matter of p mold, the amount of light absorption of dichroic coloring matter decreases, incident light comes to arrive even to a reflecting plate, and it becomes confession voice by the reflected light from a reflecting plate. There is a White-Taylor mold reflective mold display mode with which 180-degree or more liquid crystal molecule is twisted to cel thickness as a typical example of this display mode (JP,62-22153,B).

[0004] (b) When using PDLC (macromolecule distributed process input output equipment LCD), the polymer dispersed liquid crystal display mode which distributed the liquid crystal molecule can also be used as host mode in reflective mold liquid crystal display mode into a macromolecule. Since the absorption shaft of dichroic coloring matter is carrying out random orientation of this mode when a liquid crystal molecule is distributed in a macromolecule, random orientation of the liquid crystal molecule is substantially carried out by the front face of a macromolecule and the dichroic coloring matter of p mold is added in a liquid crystal ingredient, incident light is absorbed and it will be in a black condition. On the other hand, when the electrical potential difference made it impress, and a liquid crystal molecule operates perpendicularly to a substrate and adds the dichroic coloring matter of p mold in a liquid crystal ingredient, the amount of light absorption of dichroic coloring matter decreases, incident light comes to arrive even to a reflecting plate, and it becomes confession voice by the reflected light from a reflecting plate. As an example of representation of this display mode, light, such as ultraviolet rays, is irradiated at the mixture of a liquid crystal ingredient (dichroic coloring matter addition) and a photo-setting resin, a photo-setting resin is stiffened, and there is a reflective mold LCD used as the configuration that the liquid crystal molecule was contained in the network structure of a macromolecule by the phase separation by this (\*\*\*\*\* 61-502128 (Kent university)).

[0005] (c) The display mode which has the perpendicular orientation film on a substrate when using the perpendicular orientation film In order that a liquid crystal molecule may carry out orientation perpendicularly to a substrate and may carry out orientation also of the dichroic coloring matter

perpendicularly in the state of initial orientation, When the dichroic coloring matter of p mold is added in a liquid crystal ingredient, the absorbed amount of the incident light by dichroic coloring matter decreases, incident light is hard to be absorbed in a liquid crystal layer, incident light comes to arrive even to a reflecting plate, and it becomes confession voice by the reflected light from a reflecting plate. On the other hand, when the electrical potential difference was made to impress, and a liquid crystal molecule operates to a substrate horizontally and adds the dichroic coloring matter of p mold in a liquid crystal ingredient, the absorbed amount of the incident light by dichroic coloring matter increases, and it will be in a black condition. There are some which were indicated by JP,59-42287,B as an example of representation of this display mode.

[0006] The transparency mold liquid crystal display of the following two display modes is also known to such a reflective mold liquid crystal display.

[0007] (d) display Mohd who controls the pre tilt of a liquid-crystal molecule by the shape of surface type — this display mode is the mode in which the direction of orientation of the liquid-crystal molecule on a substrate is changed within a picture element, produced the irregularity which has an inclination in a picture element, it changed the pre tilt angle in field, changed the direction of a standup of a liquid-crystal molecule, and has improved the viewing-angle property of a liquid crystal display according to the different inclination direction (JP,7-199193,A, this 7- 333612). This display mode is transparency mold liquid crystal display Mohd using a polarizing plate.

[0008] (e) Axial symmetry orientation display-mode this invention persons have proposed ASM Mohd as for whom the liquid crystal molecule did orientation to the shape of axial symmetry for every picture element (JP,7-120728,A). This proposal technique is a technique of carrying out orientation of the liquid crystal molecule to the shape of axial symmetry from liquid crystal and the mixture of a photo-setting resin using phase separation, and is the display mode of p mold in which the liquid crystal molecule which carried out orientation to the shape of axial symmetry carries out orientation perpendicularly to a substrate by electrical-potential-difference impression as a display mode. Therefore, deltaepsilon of the liquid crystal ingredient to be used is using the forward ingredient.

[0009] Although it had the viewing-angle property which was excellent with that orientation condition (omnidirection mold orientation condition), the electrical potential difference high [ since it is no MARI White Mohd ] in order to reduce the permeability at the time of an electrical potential difference ON and to acquire high contrast was required for this axial symmetry orientation display mode, and in order to prevent the optical omission at the time of an electrical potential difference OFF, it had to set up the area of BM (black matrix) greatly. Furthermore, the manufacturing installation in order to use the phase separation of liquid crystal and a macromolecule, complicated a production process and original with the exposure machine for making resin react etc. was needed. This display mode is transparency mold liquid crystal display Mohd who used the polarizing plate like the front.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in order to carry out orientation of the liquid crystal molecule at right angles to a substrate in the state of electrical-potential-difference impression in the case of the reflective mold liquid crystal display which uses the level orientation film of (a) mentioned above, and PDLC Mohd (p mold liquid crystal ingredient use) of (b) as host mode, a big electrical potential difference is required and it is difficult to display sufficient confession voice.

[0011] On the other hand, since the liquid crystal molecule is carrying out orientation of the case of the reflective mold liquid crystal display which uses the perpendicular orientation film of (c) at right angles to a substrate in the state of initial orientation, sufficient confession voice is acquired. However, in order to topple a liquid crystal molecule horizontally at the time of electrical-potential-difference impression, rubbing of the orientation film was performed, the pre tilt was attached on the substrate, since this pre tilt was unstable, display unevenness, such as a feeling of a rough deposit and a stain, occurred, and the problem was in display grace.

[0012] Furthermore, if it is used at an elevated temperature for a long time when the liquid crystal

ingredient which is generally used in such a liquid crystal display and which contained coloring matter in the liquid crystal panel which makes a picture element. drive one by one using the scanning line is used, generating of a stain which an impurity sweeps, collects and is considered to be invited by effectiveness will be observed.

[0013] This invention is made that the technical problem of such a conventional technique should be solved, and it aims at offering the reflective mold liquid crystal display which can prevent generating of a stain while it is stabilized and can obtain perpendicular orientation.

[0014]

[Means for Solving the Problem] Both the reflective mold liquid crystal displays of this invention have a liquid crystal layer containing the dichroic coloring matter pinched by the substrate of the pair which has an electrode, and the substrate of this pair. The liquid crystal molecule of this liquid crystal layer has a negative dielectric constant anisotropy, and while it has the perpendicular orientation film on the substrate front face corresponding to a picture element field at least of these both substrates At the time of no electrical-potential-difference impressing, this liquid crystal molecule carries out orientation perpendicularly to the substrate of this pair, and the above-mentioned purpose is attained by the configuration in which this liquid crystal molecule carries out orientation to the shape of axial symmetry for two or more picture element fields of every, nothing, and its thing at the time of electrical-potential-difference impression.

[0015] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, it can consider as a configuration with the thickness of the liquid crystal layer outside this picture element field smaller than the thickness of the liquid crystal layer in said picture element field.

[0016] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, it can consider as the configuration which has the climax field which surrounds said picture element field on the front face which touches the liquid crystal layer of one [ at least ] substrate of the substrate of said pair.

[0017] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, the thickness of said liquid crystal layer in said picture element field is the thickest in the center section of this picture element field, and can be considered as the configuration which decreases continuously toward the periphery of this picture element field.

[0018] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, the thickness of one [ at least ] perpendicular orientation film of said perpendicular orientation film is the thinnest in the center section of this picture element field in said picture element field, and can be considered as the configuration which increases continuously toward the periphery of this picture element field.

[0019] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, the solid-state dielectric layer is formed in the front face of the substrate of said pair which touches the liquid crystal layer of one of substrates at least, and the thickness of this solid-state dielectric layer is the thinnest in the center section of this picture element field in said picture element field, and can be considered as the configuration which increases continuously toward the periphery of this picture element field.

[0020] In the reflective mold liquid crystal display of this invention, it can consider as the configuration which has a projection in the center section of said picture element field.

[0021] Below, an operation of this invention is explained.

[0022] If shown in the reflective mold liquid crystal display of this invention, while the liquid crystal thickness around a picture element field is smaller and having the perpendicular orientation film from the liquid crystal thickness of a picture element field on the substrate front face corresponding to a picture element field at least of both substrates By considering as the configuration whose dielectric constant anisotropy  $\Delta\epsilon$  of a liquid crystal layer is negative, at the time of no electrical-potential-difference impressing, a liquid crystal molecule carries out orientation of the liquid crystal layer containing dichroic coloring matter prepared between the substrates of a pair perpendicularly to the liquid crystal layer side front face of a substrate, and a liquid crystal molecule carries out orientation to the shape of axial symmetry for every picture element field at the time of electrical-potential-difference

impression. At this time, when not impressing an electrical potential difference, orientation of the absorption shaft of dichroic coloring matter is perpendicularly carried out with a liquid crystal molecule, and it carries out orientation at a level with a substrate by electrical-potential-difference impression more than predetermined.

[0023] Moreover, if it is the configuration which rises so that a picture element field may be surrounded, and forms a field, the location and magnitude of a picture element field which present axial symmetry orientation can be specified, and it will become possible to carry out axial symmetry orientation for every picture element field.

[0024] Moreover, if it is the thickest in the center section of the picture element field and the thickness of the liquid crystal layer in a picture element field is the configuration which decreases continuously toward the periphery of a picture element field, it will become possible to locate the medial axis of axial symmetry orientation in the maximum point of liquid crystal thickness. This becomes possible by considering thickness of one [ at least ] perpendicular orientation film as the configuration which is the thinnest in the center section of the picture element field, and increases continuously toward the periphery of a picture element field. Furthermore, the solid-state dielectric layer is formed in the front face which touches the liquid crystal layer of one of substrates at least, and it becomes possible when considering thickness of this solid-state dielectric layer as the configuration which is the thinnest in the center section of the picture element field, and increases continuously toward the periphery of a picture element field. Furthermore, if it is the configuration which has a projection in the center section of the picture element field, since it will become possible to locate the medial axis of axial symmetry orientation in the location of the projection, the position control of an axial symmetry orientation medial axis can carry out more correctly.

[0025]

[Embodiment of the Invention] The reflective mold liquid crystal display of this invention is a reflective mold liquid crystal display of the G-H mold which uses n mold ( $\Delta\epsilon < 0$ ) liquid crystal ingredient, and uses the display mode which carries out orientation to the shape of axial symmetry as host mode at the time of a perpendicular orientation condition and electrical-potential-difference impression at the time of an electrical potential difference OFF.

[0026] Hereafter, this invention is further explained to a detail.

[0027] First, the basic mode of this invention is described.

[0028] Drawing 1 (a) is the sectional view showing the reflective mold liquid crystal display about the basic mode of this invention, and drawing 1 (b) is the front view in which while constituting the reflective mold liquid crystal display, and showing a substrate.

[0029] This reflective mold liquid crystal display is the configuration that the liquid crystal layer 20 which contains dichroic coloring matter with the substrates 1 and 10 of a pair was pinched. The picture element electrode 3 of reflecting plate combination is formed in the liquid crystal layer 20 side of the substrate [ on the other hand / (below) ] 1 in the shape of a matrix, each picture element electrode 3 is surrounded, it rises, and the field 2 is formed in the shape of a grid. The counterelectrode 11 of a substrate which consists of transparent electrical conducting materials, such as ITO, is mostly formed in the whole surface at the liquid crystal layer 20 side of the substrate 10 of another side (above). The part which said counterelectrode 11 and picture element electrode 3 counter is the picture element field which contributes to a display, and it is the field which the circumference of a picture element field of the outside does not contribute to a display.

[0030] The perpendicular orientation film which is not illustrated is formed in the front face which touches the liquid crystal layer 20 of the two above-mentioned substrates 1 and 10, and the liquid crystal layer 20 which consists of an n mold ( $\Delta\epsilon < 0$ ) liquid crystal ingredient containing dichroic coloring matter is formed into the cel covered by this perpendicular orientation film. In addition, said perpendicular orientation film may be formed only in the part used as a picture element field.

[0031] Drawing 2 (a) shows the condition of not impressing an electrical potential difference to the

reflective mold liquid crystal display, and drawing 2 (b) shows the condition of having impressed the electrical potential difference to the reflective mold liquid crystal display. As by impressing an electrical potential difference shows to drawing 2 (b), the orientation shaft 23 of the axial symmetry orientation shown with a broken line by the initial state will be in the condition that more than one exist, if an electrical-potential-difference impression condition is continued further, every one orientation shaft 23 comes to exist for every picture element field, and axial symmetry orientation will be carried out the liquid crystal layer 20 of a picture element field. In addition, when not impressing the electrical potential difference shown in drawing 2 (a), the liquid crystal ingredient 21 and dichroic coloring matter 22 will be in the condition of having carried out orientation at right angles to the perpendicular orientation film 4 and 12.

[0032] On the other hand, since a means to determine the location or field of a domain (the field which carried out orientation continuously: field without generating of a disclination line) of liquid crystal does not exist in not forming the climax field 2, axial symmetry orientation is not formed in a picture element field at all, but it will be in a random orientation condition rather, and a feeling of a rough deposit occurs in halftone.

[0033] As shown in drawing 3, in order that the electrical-potential-difference impression for considering as axial symmetry orientation in the reflective mold liquid crystal display of this invention may be stabilized in the state of or more threshold voltage  $V_{thx1/2}$  electrical-potential-difference impression and dichroic coloring matter may carry out orientation at a level with a substrate, it displays a black condition (although perpendicular orientation of the liquid crystal molecule is carried out mostly). if an electrical potential difference is changed into a display condition, the condition of being one axial symmetry orientation will be memorized to the picture element field, and it will return to an axial symmetry orientation condition. It can carry out. Here, threshold voltage  $V_{th}$  is an electrical-potential-difference value in case a reflection factor becomes 90%. And if an electrical potential difference becomes or less  $V_{thx1/2}$ , will return to a perpendicular condition (the light absorption of dichroic coloring matter decreases and it will be in a reflective condition) completely [ dichroic coloring matter / a substrate ], and if the electrical potential difference displayed again is impressed, axial symmetry orientation of every one will be carried out by the liquid crystal layer for every picture element field through the condition that two or more orientation shafts of early axial symmetry orientation exist.

[0034] Therefore, the reflective mold liquid crystal display of this invention can be used practical, when orientation uses it in the stable electrical-potential-difference range; after impressing the electrical potential difference which makes an axial symmetry orientation condition produce in the first stage to display, producing an axial symmetry orientation condition and beginning a display.

[0035] Next, specifically, control and the reflecting plate of the location of the medial axis of a climax field, a spacer, and axial symmetry orientation are described about the desirable cel configuration of this invention.

[0036] (Climax field) As shown in drawing 1, the reflective mold liquid crystal display of this invention rises so that the picture element electrode 3 may be surrounded, and forms the field 2. Since this climax field 2 does not exist, and the location or magnitude in which a liquid crystal domain (the field which carried out orientation continuously: field without generating of a disclination line) is formed is not specified when the thickness (cel gap) of the liquid crystal layer 20 is uniform, it will be in a random orientation condition and becomes the display which was rough in the halftone display.

[0037] The location and magnitude of a picture element field which present axial symmetry orientation are prescribed by by forming the climax field 2. The climax field 2 is controlling the thickness of the liquid crystal layer 20, and it is formed in order to weaken the interaction of the liquid crystal molecule between picture element fields. As for the thickness of the liquid crystal layer 20, it is desirable that the liquid crystal thickness (dout) around a picture element field is small ( $d_{in} > d_{out}$ ) from the liquid crystal thickness ( $d_{in}$ ) in a picture element field, and satisfies the relation of  $0.2 \times d_{in} \leq d_{out} \leq 0.8 \times d_{in}$  further. That is, in  $0.2 \times d_{in} > d_{out}$ , the effectiveness that this climax field 2 weakens the interaction of the liquid



crystal molecule between picture element fields may not be enough, and it may be difficult to form a single axial symmetry orientation field for every picture element field. Furthermore, in  $d_{in} > 0.8x_{din}$ , when impregnation of the liquid crystal ingredient to a liquid crystal cell becomes difficult, it is.

[0038] In addition, generally a "picture element" is defined as a smallest unit which displays. The vocabulary the "picture element field" used in this application specification points out some fields of the display device corresponding to a "picture element." However, when it is a picture element (long picture element) with a large aspect ratio, two or more picture element fields may be formed to the long picture element whose number is one. As long as axial symmetry orientation is formed in stability and it gets, the fewer possible one of the number of the picture element fields formed corresponding to a picture element is desirable.

[0039] (Spacer) If the spacer bead for maintaining cell thickness is used for the liquid crystal cell in the reflective mold liquid crystal display of this invention by the sprinkling method, when a bead will mix and it will form axial symmetry orientation in a picture element field, formation of axial symmetry orientation is checked.

[0040] Therefore, in this invention, it is necessary outside a picture element field to give a spacer function. As a concrete approach, the approach of fixing a location for a spacer with a resist ingredient, the approach of forming a resist in the height of cell thickness, etc. can be used.

[0041] The latter approach works effectively especially, when using this Mohd by the panel of the drive approach of making a picture element driving one by one with the scanning line, and an impurity sweeps, it collects and effectiveness is prevented. The structure shown in drawing 4 corresponds as desirable structure.

[0042] That is, the scanning line 5 and the signal line 6 which are connected with the TFT component 7 at this other than the picture element electrode 3 of reflecting plate combination and the climax field 2 are prepared on a substrate 1, and it is still more desirable to form a spacer 8 on the scanning line 5. Even if it has the shape of continuous Rhine as a gestalt of this spacer 8, you may have the shape of a broken line for every [ which was made to lack the circumference of a picture element field ] picture element field.

[0043] (Control of the location of the medial axis of axial symmetry orientation) The location of the medial axis of the axial symmetry orientation generated at the time of electrical-potential-difference impression has big effect on display quality. The relation between the location of a medial axis and display quality is explained referring to drawing 5. Even if it will lean a cell and will observe the screen if the medial axis 44 is located in the center of a picture element field as shown in drawing 5 (a), all picture element fields look [ show / in (c) ] the same. On the other hand, as shown in (b), if there is a picture element field where the medial axis has shifted from the center of a picture element field, as shown in (d), since it is visible unlike other picture element fields, the picture element field where the medial axis shifted will serve as an uneven (it was rough) display. This problem becomes remarkable especially in a halftone display.

[0044] As shown in drawing 6, it can perform controlling the location of the medial axis of the axial symmetry orientation mentioned above by adjusting the thickness  $d_{in}$  of the liquid crystal layer in a picture element field ( $x$ ). What is necessary is to make the end of  $x=0$  and a picture element field into  $x=r$  for the center of a picture element field, to make thickness  $d_{in}(x=0)$  of the liquid crystal layer in the center of a picture element field into max, and just to change the thickness  $d_{in}$  of a liquid crystal layer ( $x$ ) continuously so that the thickness  $d_{in}(x=r)$  of the liquid crystal layer in the end of a picture element field may serve as min as shown in drawing 6. As for the differential coefficient of  $d_{in}(x)$ , it is desirable from  $x=0$  to  $x=r$  that it is always negative, and continuing is desirable. As for the thickness of a liquid crystal layer, it is desirable that it is as much as possible symmetrical to the center of the viewpoint of the symmetric property of a viewing-angle property to a picture element field.

[0045] What is necessary is just to change the cross-section configuration (thickness) of the perpendicular orientation film, in order to change the thickness of the liquid crystal layer in a picture



element field. Moreover, a solid-state dielectric layer may be formed on one [ at least ] substrate, and the thickness of this solid-state dielectric layer may be changed. Thus, by adjusting the thickness of the liquid crystal layer in a picture element field, the location of an axial symmetry orientation medial axis can be controlled, and axial symmetry orientation is formed with sufficient repeatability. The mechanism is explained referring to drawing 7 . Drawing 7 is the sectional view having shown typically 1 picture-element field of the liquid crystal display of this invention, and drawing 7 (a) is the case where the thickness of the perpendicular orientation film is changed, and is the case where drawing 7 (b) and (c) formed the solid-state dielectric layer on one substrate, and the thickness of this solid-state dielectric layer is changed.

[0046] As shown in drawing 7 (a), the picture element electrode 52 of reflecting plate combination is formed, a it top is covered in the picture element field [ on the other hand / (under drawing) ] of the front face of a substrate 32, and perpendicular orientation layer 58a is formed in it. Perpendicular orientation layer 58a has a cross-section configuration which changes as the thickness  $d_{in}$  of the liquid crystal layer 40 showed drawing 6 . Since the change to the location (x) of the thickness (df) of perpendicular orientation layer 58a becomes change and the reverse of the thickness of the liquid crystal layer 40, as for the differential coefficient of thickness  $df(x)$  of perpendicular orientation layer 58a, it is desirable that it is forward. The counterelectrode 54 is formed, a it top is covered in the front face by the side of the liquid crystal layer 40 of the substrate 34 of another side (on drawing), and perpendicular orientation layer 58b is formed in it. Perpendicular orientation layer 58b has the flat cross section.

[0047] Since orientation of the liquid crystal molecule 42 which exists near the perpendicular orientation layer 58a is perpendicularly carried out to the front face of perpendicular orientation layer 58a, it leans to the substrate side. Therefore, when an electrical potential difference is impressed among electrodes 52 and 54, the major axis of a liquid crystal molecule is in the condition of having inclined, to the direction of electric field (E). Consequently, the liquid crystal molecule 42 is toppled only in the direction shown by electric field E by the arrow head in drawing, respectively. Angle-of-inclination  $\theta'$  of a liquid crystal molecule to the direction of a normal of a substrate side has desirable  $0 < \theta' \leq 3$  degree. If  $\theta'$  exceeds 3 degrees, since the phase contrast by the liquid crystal molecule will occur, an optical omission will happen and the fall of a contrast ratio will be caused, it is not desirable.

[0048] Thus, while the location of the medial axis of axial symmetry orientation is controllable by changing the cross-section configuration (thickness) of a perpendicular orientation layer, and changing the thickness of the liquid crystal layer 40 as explained using drawing 6 , it becomes possible to form axial symmetry orientation with sufficient repeatability. Moreover, as shown in drawing 7 (b), the solid-state dielectric layer 59 which has a desired configuration in the lower part (substrate side) of perpendicular orientation layer 58a may be formed separately, and perpendicular orientation layer 58a which has a flat cross-section configuration on it may be formed. As a solid-state dielectric layer 59, an epoxy system coat agent, an epoxy acrylate system coat agent, etc. can be used for the overcoat agent and concrete target which are generally used.

[0049] When controlling the thickness of the liquid crystal layer 40 using the solid-state dielectric layer 59, as for the solid-state dielectric layer 59, forming on the picture element electrode 52 is desirable. If the picture element electrode 52 is formed like drawing 7 (c) on the solid-state dielectric layer 59 which has a desired cross-section configuration, since the direction of electric field E inclines to a substrate side, the direction where the liquid crystal molecule 42 is toppled is not decided uniquely, and is not desirable.

[0050] Moreover, in addition to controlling the thickness of the liquid crystal layer in a picture element field, the location of the medial axis of axial symmetry orientation can be more correctly controlled also by [ of a picture element field ] forming a projection 69 in a center section mostly to be shown in drawing 8 . The medial axis of axial symmetry orientation is formed in the formation location of a projection 69 established in the center section, and it becomes still more possible to fix the medial axis

of axial symmetry orientation. As for the width of face of a projection 69, it is desirable that it is about 1/10 or less [ of the width of face of a picture element field ]. It is because a numerical aperture falls and the light transmittance of a liquid crystal display falls, so it is not desirable if about 1/10 of the width of face of a picture element field is exceeded. In addition, the figure in drawing 8 shows the same thing as drawing 2 .

[0051] (Reflecting plate) Although he is trying to form a reflecting plate with the gestalt used also [ electrode / picture element ] in the explanation mentioned above, this invention not only of this but a picture element electrode is possible also for setting aside and forming a reflecting plate. In this case, it is necessary to form a picture element electrode with a transparent ingredient.

[0052] The method which installs a metallic reflection plate in the tooth back of (Method b) liquid crystal layer which installs the reflecting plate which has a diffusibility reflection property in the tooth back of (a) liquid crystal layer as a reflecting plate, and installs a forward-scattering plate in the front face of a liquid crystal layer can be used.

[0053] (a) The method which processes macromolecule resin into irregularity in a photograph process, forms smooth unevenness on a substrate by the thermal process as an example of a method, and forms a metallic reflection plate on it, the method which carries out patterning of the macromolecule resin with which two or more kinds of refractive-index differences are different on a metal thin film, or the method using a hologram can be used.

[0054] (b) As an example of a method, the flat metal thin film which becomes a reflecting plate from aluminum etc. is formed, there is almost no backscattering property in a forward-scattering plate, and a scattered plate (they are a briquette, a hologram, etc. with transparent polymerization nature resin about a transparency particle) with a powerful forward-scattering property can be used. Since it does not have a bad influence on the orientation of liquid crystal since the field which touches a liquid crystal layer is flat, and parallax is not produced, either, a good display property is acquired.

[0055] In addition, the reflecting plate of the above-mentioned (a) method or the (b) method can also be considered as the configuration used as a picture element electrode of reflecting plate combination.

[0056] Next, specifically, dielectric constant anisotropy  $\Delta\epsilon$ , the twist angle, and the dichroic coloring matter of liquid crystal are described about the liquid crystal ingredient relation of this invention.

[0057] (Anisotropy  $\Delta\epsilon$  of a dielectric constant) The reflective mold liquid crystal display of this invention carries out orientation of the liquid crystal molecule perpendicularly to a substrate side using the perpendicular orientation film, and topples a liquid crystal molecule by electrical-potential-difference impression, and since it is the thing in which an axial symmetry orientation condition is made to form, it will be the requisite that  $\Delta\epsilon$  of a liquid crystal ingredient is negative. Although the magnitude of  $\Delta\epsilon$  changes with applications and is not limited especially by this invention, from the viewpoint in which driver voltage is reduced, it is desirable that it is generally a big value.

[0058] (Twist angle) The twist angle of a liquid crystal ingredient is also one of the elements which determines the absorbed amount (reflected in contrast) of the incident light of a liquid crystal display, and is important. Since the absorption shaft of the dichroic coloring matter at the time of electrical-potential-difference impression is equalized as a twist angle becomes large, the absorbed amount of the incident light of a liquid crystal display increases. However, in the case of a short pitch, there is a problem also in a speed of response becoming slow and enlarging a twist angle. As range where a twist angle is desirable, it is 30 degrees - 360 degrees.

[0059] (Dichroic coloring matter) The dichroic coloring matter currently used for a G-H mold display mode can be used. For example, as an example, although the dichroic coloring matter of an anthraquinone system or an azo system etc. can be used, even if it uses other things, it is convenient.

<BR> [0060]

[Example] Although the example of this invention is shown below, this invention is not limited to this.

[0061] (An example 1 and example 1 of a comparison) In the example 1, as shown in drawing 8 , the 7-micrometer spacer 8 was formed with photosensitive polyimide outside the picture element field on the

substrate 1 with the picture element electrode 3 which consists of aluminum which served as the reflecting plate, and the 3-micrometer climax field 2 was formed with the resist ingredient OMR 83 (Tokyo adaptation shrine make) so that a part for the substrate flank of the spacer 8 might be surrounded. In addition, the climax field 2 may be formed first and a spacer 8 may be formed on it. Picture element area size is 100micrometerx100micrometer. Furthermore, the perpendicular orientation film (JALS-204: Japan Synthetic Rubber) 4 was formed with the spin coat on it.

[0062] The perpendicular orientation film 12 was formed by spreading with the same ingredient also on the substrate 10 with a counterelectrode 11 which consists of another transparent material (ITO:1500 A), both substrates were stuck, and the liquid crystal cell was completed.

[0063] The cross-section configuration in the picture element field of the perpendicular orientation film 4 by which the configuration was carried out on the produced substrate 1 has become earthenware mortar-like, and the differential coefficient of the curve which shows change of the thickness of the perpendicular orientation film 4 from the center section of the picture element field to a periphery is forward continuously. Thereby, the differential coefficient of the curve which shows change of the thickness of the liquid crystal layer in a picture element field is controlled to become negative.

[0064] On the other hand, in the example 1 of a comparison, the perpendicular orientation film 4 was applied, it stuck with the opposite substrate 10 as it is, without forming a spacer 8 with photosensitive polyimide and forming the grid-like climax field 2, and the liquid crystal cell was completed.

[0065] Into the liquid crystal cell which the example 1 and the example 1 of a comparison produced, both, the mixture of n mold liquid crystal ingredient (it is set as 90 degrees on  $\delta\epsilon = -4.0$ ,  $\delta n = 0.08$ , and 7 squares of chiral angles) and dichroic coloring matter (D5:Merck [ Co. ] make: 2% addition) was poured in, and the electrical potential difference was impressed 7V. After impression, when the orientation shaft of axial symmetry orientation changed into the condition that more than one exist and the electrical-potential-difference impression condition was further continued by the initial state, it changed into the condition of having carried out axial symmetry orientation of every one for every picture element field.

[0066] When it was the example 1 of a comparison without a climax field, the liquid crystal domain changed into the random orientation condition, and the disclination line was formed without order. When the electrical potential difference was impressed and observed in the cel, a feeling of a rough deposit occurred in halftone. On the other hand, although the axial symmetry orientation of the liquid crystal cell of an example 1 is stable in the state of or more  $V_{thx1/2}$  electrical-potential-difference impression, if it is made 1.3V (or less  $V_{thx1/2}$ ), the condition of axial symmetry orientation will collapse and it will return to an initial state. If an orientation electrical potential difference is impressed again, axial symmetry orientation of every one will be carried out the orientation shaft of early axial symmetry orientation for every picture element field through the condition that more than one exist. Even if this phenomenon carried out same electrical-potential-difference impression 20 times, it was not changeful.

[0067] In order to measure the electro-optics property of the liquid crystal cell of an example 1, after impressing the electrical potential difference in which axial symmetry orientation is made to form first, forming the axial symmetry condition and beginning measurement, orientation measured in the stable electrical-potential-difference range. Consequently, the contrast measured from the reflected light in the direction which inclined from the perpendicular direction 30 degrees to the liquid crystal cell was 7:1. To a substrate, since it is perpendicular, the initial orientation condition (at the time of no electrical-potential-difference impressing) of a liquid crystal molecule has the high reflection factor of a white level in the cel of this example 1.

[0068] In addition, although the cross-section configuration in the picture element field of the perpendicular orientation film 4 (thickness) was changed in this example, as shown in drawing 7 (b), the solid-state dielectric layer is formed in the front face which touches the liquid crystal layer of a substrate 1, it is the thinnest in the center section of the picture element field, and thickness of this solid-state dielectric layer may be made the configuration which increases continuously toward the

periphery of a picture element field. The differential coefficient of the curve which shows change of the thickness of this solid-state dielectric layer from the center section of the picture element field to a periphery is forward continuously. Thereby, the differential coefficient of the curve which shows change of the thickness of the liquid crystal layer in a picture element field is controlled to become negative. Also in this case, the axial symmetry orientation stabilized like the example 1 was formed, and equivalent brightness was obtained.

[0069] (Example 2) In this example 2, the reflective mold liquid crystal display which has the projection 69 shown in drawing 9 was produced.

[0070] The projection 69 was formed in the picture element field center section on the substrate which has a picture element electrode in which the front face became earthenware mortar-like like the example 1 with the resist ingredient (OMR83), and the reflective mold liquid crystal display was produced like the example 1 after that. Then, the orientation shaft of axial symmetry orientation was fixed to the part of a projection 69, and the axial location of axial symmetry orientation had turned into a reflective mold liquid crystal display controlled more by accuracy.

[0071] When the produced reflective mold liquid crystal display was observed from the viewing angle in the state of halftone (electrical-potential-difference impression condition), a feeling of a rough deposit was not observed.

[0072] (An example 3 and example 2 of a comparison) As shown in drawing 4, the spacer 8 with a height of 7 micrometers was formed with the photosensitive polyimide used in the example 1 on the scanning line 5 of the substrate 1 which has the TFT component 7, the climax field 2 with a height of 3 micrometers which separates between picture element fields with a resist ingredient (OMR83) to the perimeter of the substrate side was produced, and the perpendicular orientation film (JALS204: Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make) 4 was formed on it. And lamination and the TFT cel for monochrome display were produced for this substrate 1 and the substrate 10 with a counterelectrode 11 (finishing [ perpendicular orientation film 12 spreading ]).

[0073] On the other hand, the example 2 of a comparison applied the perpendicular orientation film (JALS204) 4 and 12 on the TFT substrate 1 used in the example 3, and the substrate 10 with a counterelectrode, and performed orientation processing (the direction of rubbing is determined that the direction of rubbing will intersect perpendicularly mutually the substrate which carried out orientation processing at the time of lamination) by carrying out rubbing of the perpendicular orientation film 4 and 12 top to an one direction. Both the produced substrates were stuck and the TFT cel was produced.

[0074] The liquid crystal ingredient (dichroic coloring matter is added) used in the example 1 was injected into each cel of the produced example 3 and the example 2 of a comparison, and it was made to complete a reflective mold liquid crystal display.

[0075] In the reflective mold liquid crystal display of an example 3, each picture element changed into the axial symmetry orientation condition by impressing an electrical potential difference. Moreover, in the reflective mold liquid crystal display of the example 2 of a comparison, since the ways of falling which receive the electrical potential difference of a liquid crystal ingredient differed, a feeling of a rough deposit occurred especially in the state of halftone.

[0076] Moreover, energization aging was performed for the reflective mold liquid crystal display of an example 3, and the reflective mold liquid crystal display of the example 2 of a comparison at 60 degrees C for 200 hours. Consequently, although generating of a stain did not take place in the reflective mold liquid crystal display of an example 3, generating of a stain was checked by the display screen lower part in the reflective mold liquid crystal display of the example 2 of a comparison.

[0077]

[Effect of the Invention] Since a reflection factor (brightness) can be improved as the orientation of the orientation condition in early stages of a liquid crystal layer is made to carry out perpendicularly to the perpendicular orientation film and the absorption shaft of dichroic coloring matter also becomes perpendicular to the perpendicular orientation film when being based on this invention, as explained in

full detail above, it becomes possible to also cancel a feeling of a rough deposit not to mention the ability to prevent generating of a stain.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are the sectional view in which (a) shows the reflective mold liquid crystal display of the basic mode of this invention, and the front view in which while constitutes the reflective mold liquid crystal display, and (b) shows a substrate.

[Drawing 2] It is a sectional view for explaining the example of the reflective mold liquid crystal display of the basic mode of this invention of operation.

[Drawing 3] It is drawing showing the example of operating voltage of the reflective mold liquid crystal display of the basic mode of this invention.

[Drawing 4] The sectional view in which (a) shows the reflective mold liquid crystal display of the example 1 of this invention, and (b) are the top view.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the cause of generating of a rough deposit.

[Drawing 6] The sectional view showing an example of liquid crystal thickness [ in / in (a) / this invention ] and (b) are drawings showing the example of change of the liquid crystal thickness.

[Drawing 7] (a) - (c) is the sectional view showing the example of modification of the gestalt in the reflective mold liquid crystal display of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the reflective mold liquid crystal display of the example 1 of this invention.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the reflective mold liquid crystal display of the example 2 of this invention.

[Description of Notations]

1 Ten Substrate

2 Climax Field

3 Picture Element Electrode

4 12 Perpendicular orientation film

5 Scanning Line

6 Signal Line

7 TFT Component

8 Spacer

11 Counterelectrode

20 Liquid Crystal Layer

21 Liquid Crystal Ingredient

22 Dichroic Coloring Matter

32 Substrate  
34 Substrate  
40 Liquid Crystal Layer  
42 Liquid Crystal Molecule  
52 Picture Element Electrode  
54 Counterelectrode  
58a Perpendicular orientation layer  
58b Perpendicular orientation layer  
59 Solid-state Dielectric Layer  
69 Projection

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-95220

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/1337  
5 0 5  
1/1335 5 2 0  
1/1339 5 0 0  
G 0 9 F 9/35 3 8 5

F I  
G 0 2 F 1/1337  
5 0 5  
1/1335 5 2 0  
1/1339 5 0 0  
G 0 9 F 9/35 3 8 5

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-260595

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月25日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山田 信明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

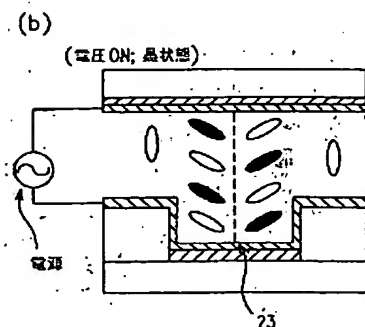
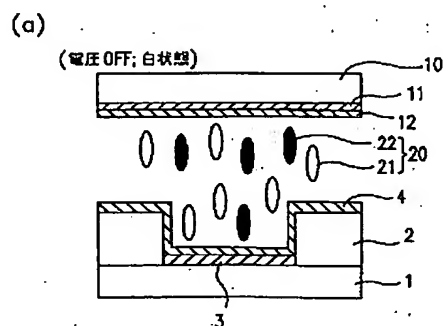
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 垂直配向を安定して得ることができると共に、しみの発生を防止することができるようにする。

【解決手段】 絵素領域の液晶層厚より絵素領域周辺の液晶層厚の方が小さく、かつ、両基板1、10の少なくとも絵素領域に対応する基板表面に垂直配向膜4、12を有すると共に、液晶層20の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である構成とすることにより、一对の基板1、10の間に設けられた、2色性色素22を含んだ液晶材料21からなる液晶層20は、電圧無印加時には液晶分子が基板の液晶層側表面に対して垂直に配向し、電圧印加時に液晶分子が絵素領域毎に軸対称状に配向する。このとき、2色性色素22の吸収軸は、電圧を印加しない場合は垂直配向膜4、12と垂直に配向し、所定以上の電圧印加により基板に水平に配向する。





(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 共に電極を有する一対の基板と、該一対の基板に挟持された2色性色素を含んだ液晶層とを有し、該液晶層の液晶分子は負の誘電率異方性を有し、該両基板の少なくとも絵素領域に対応する基板表面に垂直配向膜を有するとともに、電圧無印加時には該液晶分子が該一対の基板に対して垂直に配向し、電圧印加時には該液晶分子が複数の絵素領域毎に軸対称状に配向する構成となっている反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記絵素領域内の液晶層の厚さより、該絵素領域外の液晶層の厚さが小さい請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記一対の基板の少なくとも一方の基板の液晶層に接する表面に、前記絵素領域を包囲する盛り上がり領域を有する請求項2に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記絵素領域内の前記液晶層の厚さは、該絵素領域の中央部で最も厚く、該絵素領域の周辺部へ向かって、連続的に減少する請求項1乃至3のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記垂直配向膜の少なくとも一方の垂直配向膜の厚さは、前記絵素領域内の該絵素領域の中央部で最も薄く、該絵素領域の周辺部に向かつて、連続的に増加する請求項4に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記一対の基板の少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、固体誘電体層が形成されており、該固体誘電体層の厚さは、前記絵素領域内の該絵素領域の中央部で最も薄く、該絵素領域の周辺部に向かつて、連続的に増加する請求項4に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記絵素領域の中央部に突起物を有する請求項4乃至6のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば一般に使用される平面ディスプレイとして、または、コンピュータのモニタ類、TVなどの映像機器に使用することができる反射型液晶表示装置に関し、特に液晶材料中に2色性色素を添加したG-H（ゲストホスト）型の反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 反射型液晶表示装置として、液晶材料中に2色性色素を添加したG-H（ゲストホスト）型の反射型液晶表示装置が一般に知られている。このG-Hモードは、2色性色素が液晶分子の動作方向により入射光の吸収量を変化させるため、ホストとなる液晶分子配向—動作状況により分類されており、以下の3つの場合に大別される。

【0003】 (a) 水平配向膜を使用する場合

2

基板上に水平配向膜を有する表示モードは、初期配向状態で液晶分子が基板に対して水平方向に配向し、液晶材料中にp型の2色性色素を添加した場合、入射光が吸収されて黒状態となる。一方、電圧が印加させると、液晶分子が基板に垂直方向に動作し、p型の2色性色素を添加した場合、2色性色素の光吸収量が少なくなって反射板まで入射光が届くようになり、反射板からの反射光により白状態となる。この表示モードの代表的な例としては、セル厚に対して180°以上液晶分子が捻られているホワイトテラー型反射型表示モードがある（特公昭62-22153）。

【0004】 (b) PDLC（高分子分散型LCD）を使用する場合

高分子中に液晶分子を分散した高分子分散型液晶表示モードも反射型液晶表示モードのホストモードとして使用することができる。該モードは、高分子中に液晶分子を分散させ、高分子の表面により液晶分子を実質的にランダム配向させ、液晶材料中にp型の2色性色素を添加した場合、2色性色素の吸収軸がランダム配向しているため、入射光が吸収されて黒状態となる。一方、電圧が印加させると、液晶分子が基板に垂直方向に動作し、液晶材料中にp型の2色性色素を添加した場合、2色性色素の光吸収量が少なくなって反射板まで入射光が届くようになり、反射板からの反射光により白状態となる。この表示モードの代表例として、液晶材料（2色性色素添加）と光硬化性樹脂との混合物に紫外線等の光を照射して光硬化性樹脂を硬化させ、これによる相分離により高分子の網目構造中に液晶分子が含まれた構成となった反射型LCDがある（特表昭61-502128（ケント大学））。

【0005】 (c) 垂直配向膜を使用する場合

基板上に垂直配向膜を有する表示モードは、初期配向状態で液晶分子が基板に対して垂直方向に配向して2色性色素も垂直に配向するため、液晶材料中にp型の2色性色素を添加した場合、2色性色素による入射光の吸収量が少なくなり、入射光が液晶層で吸収されにくく、反射板まで入射光が届くようになり、反射板からの反射光により白状態となる。一方、電圧を印加させると、液晶分子が基板に水平方向に動作し、液晶材料中にp型の2色性色素を添加した場合、2色性色素による入射光の吸収量が多くなって黒状態となる。この表示モードの代表例としては、特公昭59-42287に開示されたものがある。

【0006】 このような反射型液晶表示装置に対して、以下の2つの表示モードの透過型液晶表示装置も知られている。

【0007】 (d) 表面形状により液晶分子のプレチルトを制御する表示モード

この表示モードは、基板上の液晶分子の配向方向を絵素内で異ならせるモードであり、絵素内に傾斜を有する凹

(3)

3

凸を作製し、異なった傾斜方向により、プレチルト角を領域的に変化させ、液晶分子の立ち上がり方向を異ならせ、液晶表示装置の視角特性を改善している（特開平7-199193、同7-333612）。この表示モードは、偏光板を利用した透過型液晶表示モードである。

#### 【0008】(e) 軸対称配向表示モード

本発明者らは、絵素ごとに液晶分子が軸対称状に配向したASMモードを提案している（特開平7-120728）。この提案技術は、液晶と光硬化性樹脂の混合物から相分離を利用して液晶分子を軸対称状に配向させる技術であり、表示モードとしては、電圧印加により、軸対称状に配向した液晶分子が基板に対して垂直に配向するp型の表示モードである。したがって、使用する液晶材料の $\Delta\epsilon$ は正の材料を使用している。

【0009】この軸対称配向表示モードは、その配向状態（全方位型配向状態）により優れた視角特性を有するが、ノーマリーホワイトモードであるため、電圧ON時の透過率を低下させて高いコントラストを得る為に高い電圧が必要であり、また、電圧OFF時の光抜けを防止するために、BM（ブラックマトリクス）の面積を大きく設定しなければならなかった。さらに、液晶と高分子の相分離を使用するために作製工程が複雑で、樹脂を反応させるための露光機など独自の製造装置を必要としていた。この表示モードは、前同様に偏光板を利用した透過型液晶表示モードである。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した(a)の水平配向膜、及び(b)のPDLCモード(p型液晶材料使用)をホストモードとして使用する反射型液晶表示装置の場合、電圧印加状態で液晶分子を基板に垂直に配向させるためには、大きな電圧が必要であり、十分な白状態を表示することが困難である。

【0011】一方、(c)の垂直配向膜を使用する反射型液晶表示装置の場合は、初期配向状態で液晶分子が基板に垂直に配向しているため十分な白状態が得られる。しかし、液晶分子を電圧印加時に水平に倒すため、配向膜のラビングを行って基板上でプレチルトを付けており、このプレチルトが不安定であるため、ざらつき感やしみなどの表示むらが発生して表示品位に問題があった。

【0012】更には、このような液晶表示装置において一般に用いられている、走査線を使用して順次絵素を駆動させる液晶パネルにおいて、色素を含んだ液晶材料を使用した場合、高温で長時間使用すると、不純物の掃き集め効果により招来されると考えられている、しみの発生が観察される。

【0013】本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、垂直配向を安定して得ることができると共に、しみの発生を防止することが可能な反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

4

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示装置は、共に電極を有する一対の基板と、該一対の基板に挟持された2色性色素を含んだ液晶層とを有し、該液晶層の液晶分子は負の誘電率異方性を有し、該両基板の少なくとも絵素領域に対応する基板表面に垂直配向膜を有するとともに、電圧無印加時には該液晶分子が該一対の基板に対して垂直に配向し、電圧印加時には該液晶分子が複数の絵素領域毎に軸対称状に配向する構成となし、そのことにより上記目的が達成される。

【0015】本発明の反射型液晶表示装置において、前記絵素領域内の液晶層の厚さより、該絵素領域外の液晶層の厚さが小さい構成とすることができる。

【0016】本発明の反射型液晶表示装置において、前記一対の基板の少なくとも一方の基板の液晶層に接する表面に、前記絵素領域を包囲する盛り上がり領域を有する構成とすることができる。

【0017】本発明の反射型液晶表示装置において、前記絵素領域内の前記液晶層の厚さは、該絵素領域の中央部で最も厚く、該絵素領域の周辺部へ向かって、連続的に減少する構成とすることができる。

【0018】本発明の反射型液晶表示装置において、前記垂直配向膜の少なくとも一方の垂直配向膜の厚さは、前記絵素領域内の該絵素領域の中央部で最も薄く、該絵素領域の周辺部に向かつて、連続的に増加する構成とすることができる。

【0019】本発明の反射型液晶表示装置において、前記一対の基板の少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、固体誘電体層が形成されており、該固体誘電体層の厚さは、前記絵素領域内の該絵素領域の中央部で最も薄く、該絵素領域の周辺部に向かつて、連続的に増加する構成とすることができる。

【0020】本発明の反射型液晶表示装置において、前記絵素領域の中央部に突起物を有する構成とすることができる。

【0021】以下に、本発明の作用について説明する。

【0022】本発明の反射型液晶表示装置にあつては、絵素領域の液晶層厚より絵素領域周辺の液晶層厚の方が小さく、かつ、両基板の少なくとも絵素領域に対応する基板表面に垂直配向膜を有すると共に、液晶層の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負である構成とすることにより、一対の基板の間に設けられた、2色性色素を含んだ液晶層は、電圧無印加時には液晶分子が基板の液晶層側表面に対して垂直に配向し、電圧印加時に液晶分子が絵素領域毎に軸対称状に配向する。このとき、2色性色素の吸収軸は、電圧を印加しない場合は液晶分子とともに垂直に配向し、所定以上の電圧印加により基板に水平に配向する。

【0023】また、絵素領域を取り囲むように盛り上がり領域を形成する構成とすると、軸対称配向を呈する絵素領域の位置および大きさを規定することができ、絵素

(4)

5

領域毎に軸対称配向させることが可能となる。

【0024】また、絵素領域内の液晶層の厚さを、絵素領域の中央部で最も厚く、絵素領域の周辺部に向かって連続的に減少する構成とすると、液晶層厚の最大点に軸対称配向の中心軸を位置させることが可能となる。このことは、少なくとも一方の垂直配向膜の厚さを、絵素領域の中央部で最も薄く、絵素領域の周辺部に向かって連続的に増加する構成とすることによって可能となる。更には、少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、固体誘電体層が形成されており、該固体誘電体層の厚さを、絵素領域の中央部で最も薄く、絵素領域の周辺部に向かって連続的に増加する構成とする場合においても可能となる。更には、絵素領域の中央部に突起物を有する構成とすると、その突起物の位置に軸対称配向の中心軸を位置させることが可能となるので、軸対称配向中心軸の位置制御がより正確に行える。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の反射型液晶表示装置は、 $n$ 型 ( $\Delta\epsilon < 0$ ) 液晶材料を利用し、電圧OFF時に垂直配向状態、電圧印加時に軸対称状に配向する表示モードをホストモードとして使用するG-H型の反射型液晶表示装置である。

【0026】以下、本発明について更に詳細に説明する。

【0027】まず、本発明の基本モードについて述べる。

【0028】図1(a)は、本発明の基本モードに関する反射型液晶表示装置を示す断面図であり、図1(b)はその反射型液晶表示装置を構成する一方の基板を示す正面図である。

【0029】この反射型液晶表示装置は、一對の基板1、10にて、2色性色素を含む液晶層20が挟まれた構成である。一方(下側)の基板1の液晶層20側には、反射板兼用の絵素電極3がマトリクス状に設けられており、各絵素電極3を囲んで盛り上がり領域2が格子状に設けられている。他方(上側)の基板10の液晶層20側には、基板のほぼ全面に、例えばITOなどの透明な導電材料からなる対向電極11が形成されている。前記対向電極11と絵素電極3とが対向する部分が表示に寄与する絵素領域であり、その外側の絵素領域周辺が表示に寄与しない領域である。

【0030】上記2つの基板1、10の液晶層20と接する表面には、図示しない垂直配向膜が形成されており、この垂直配向膜で覆われているセル中に、2色性色素を含有する $n$ 型 ( $\Delta\epsilon < 0$ ) 液晶材料からなる液晶層20が設けられている。なお、前記垂直配向膜は絵素領域となる部分のみに形成してもよい。

【0031】図2(a)は、その反射型液晶表示装置に電圧を印加しない状態を示し、図2(b)はその反射型液晶表示装置に電圧を印加した状態を示す。電圧を印加

6

することにより、図2(b)に示すように、初期状態で破線にて示す軸対称配向の配向軸23が複数存在する状態となり、さらに、電圧印加状態を続けると、絵素領域毎に1つずつ配向軸23が存在するようになって、絵素領域の液晶層20が軸対称配向した状態になる。なお、図2(a)に示す電圧を印加しない場合は、液晶材料21も2色性色素22も、垂直配向膜4、12と垂直に配向した状態となる。

【0032】これに対して、盛り上がり領域2を設けない場合には、液晶のドメイン(連続的に配向した領域：ディスクリネーションラインの発生がない領域)の位置又は領域を決定する手段が存在しないために、絵素領域に軸対称配向が全く形成されず、むしろランダム配向状態になってしまい、中間調においてざらつき感が発生する。

【0033】本発明の反射型液晶表示装置において軸対称配向とするための電圧印加は、図3に示すように、閾値電圧 $V_{th} \times 1/2$ 以上の電圧印加状態では安定して2色性色素が基板に水平に配向するため、黒状態を表示

(液晶分子はほぼ垂直配向しているが、電圧を表示状態にすると、絵素領域に1つの軸対称配向である状態を記憶しており、軸対称配向状態に戻る。)することができる。ここで、閾値電圧 $V_{th}$ は、反射率が90%となる時の電圧値である。そして、電圧が $V_{th} \times 1/2$ 以下となると、2色性色素が基板に完全に垂直状態(2色性色素の光吸収が少なくなって反射状態になる)に戻ってしまい、再び表示する電圧を印加すると、初期の軸対称配向の配向軸が複数存在する状態を経て絵素領域毎に1つずつ液晶層が軸対称配向した状態になる。

【0034】したがって、本発明の反射型液晶表示装置は、表示させる初期において軸対称配向状態を作製させる電圧を印加して軸対称配向状態を作製し、表示を始めてからは、配向が安定な電圧範囲で使用するにより実用的に使用できるようになる。

【0035】次に、本発明の好ましいセル構成について、具体的には、盛り上がり領域、スペーサー、軸対称配向の中心軸の位置の制御および反射板について述べる。

【0036】(盛り上がり領域) 本発明の反射型液晶表示装置は、図1に示したように、絵素電極3を取り囲むように盛り上がり領域2を形成している。この盛り上がり領域2が無く、液晶層20の厚さ(セルギャップ)が均一な場合、液晶ドメイン(連続的に配向した領域：ディスクリネーションラインの発生がない領域)が形成される位置又は大きさを規定されないため、ランダム配向状態になってしまい、中間調表示においてざらついた表示となる。

【0037】盛り上がり領域2を形成することにより、軸対称配向を呈する絵素領域の位置および大きさが規定される。盛り上がり領域2は、液晶層20の厚さを制御

(5)

7

しており、絵素領域間の液晶分子の相互作用を弱めるために形成されている。液晶層20の厚さは、絵素領域周辺の液晶層厚さ( $d_{out}$ )が絵素領域内の液晶層厚さ( $d_{in}$ )より小さく( $d_{in} > d_{out}$ )になっており、さらに、 $0.2 \times d_{in} \leq d_{out} \leq 0.8 \times d_{in}$ の関係を満足することが好ましい。すなわち、 $0.2 \times d_{in} > d_{out}$ の場合、この盛り上がり領域2が絵素領域間の液晶分子の相互作用を弱める効果が十分でなく、絵素領域毎に単一の軸対称配向領域を形成することが困難な場合がある。さらに、 $d_{out} > 0.8 \times d_{in}$ では、液晶セルへの液晶材料の注入が困難になる場合がある。

【0038】なお、「絵素」は、一般に、表示を行う最小単位として定義される。本願明細書において用いられる「絵素領域」という用語は、「絵素」に対応する表示素子の一部の領域を指す。但し、縦横比が大きい絵素(長絵素)の場合、1つの長絵素に対して、複数の絵素領域を形成してもよい。絵素に対応して形成される絵素領域の数は、軸対称配向が安定に形成される限り、できるだけ少ない方が好ましい。

【0039】(スペーサー) 本発明の反射型液晶表示装置における液晶セルに、セル厚を維持するためのスペーサービーズを散布法で使用すると、絵素領域内にビーズが混入し、軸対称配向を形成する場合、軸対称配向の形成を阻害する。

【0040】従って、本発明では、絵素領域外にスペーサー機能を持たせることが必要となる。具体的な方法として、スペーサーをレジスト材料で位置を固定する方法、レジストをセル厚の高さに形成する方法などを使用することができる。

【0041】後者の方法は、本モードを走査線で順次絵素を駆動させる駆動方法のパネルで使用する場合、不純物の掃き集め効果を防止する時に特に有効に働く。好ましい構造としては、図4に示す構造が該当する。

【0042】すなわち、基板1の上に、反射板兼用の絵素電極3および盛り上がり領域2の他に、TFT素子7と、これに接続する走査線5や信号線6とを設けるようにし、更に、走査線5上にスペーサー8を形成することが好ましい。このスペーサー8の形態としては、連続したライン状であっても、または、絵素領域周辺を欠落させた絵素領域毎の破線状であってもよい。

【0043】(軸対称配向の中心軸の位置の制御) 電圧印加時に発生する軸対称配向の中心軸の位置は、表示品質に大きな影響を与える。図5を参照しながら、中心軸の位置と表示品質との関係を説明する。図5(a)に示すように、中心軸44が絵素領域の中央に位置していると、セルを傾けて表示面を観察しても、(c)に示すように、全ての絵素領域は同様に見える。一方、(b)に示すように、中心軸が絵素領域の中央からずれている絵素領域があると、(d)に示すように、中心軸のずれた絵素領域は他の絵素領域と異なって見えるために、不均

8

一な(ざらついた)表示となる。この問題は、中間調表示において特に顕著になる。

【0044】上述した軸対称配向の中心軸の位置を制御することは、図6に示すように、絵素領域内の液晶層の厚さ $d_{in}(x)$ を調整することによって行うことができる。図6に示すように、絵素領域の中央を $x=0$ 、絵素領域の一端を $x=r$ とし、絵素領域の中央での液晶層の厚さ $d_{in}(x=0)$ を最大とし、絵素領域の一端での液晶層の厚さ $d_{in}(x=r)$ が最小となるように、連続的に液晶層の厚さ $d_{in}(x)$ を変化させればよい。 $d_{in}(x)$ の微分係数は $x=0$ から $x=r$ まで常に負であることが好ましく、また、連続していることが好ましい。液晶層の厚さは、視角特性の対称性の観点から、絵素領域の中央に対して、可及的に対称であることが好ましい。

【0045】絵素領域内の液晶層の厚さを変化させるには、例えば、垂直配向膜の断面形状(厚さ)を変化させればよい。また、少なくとも一方の基板上に固体誘電体層を形成し、該固体誘電体層の厚さを変化させてもよい。このようにして絵素領域内の液晶層の厚さを調整することによって、軸対称配向中心軸の位置を制御することができ、軸対称配向が再現性よく形成される。そのメカニズムを図7を参照しながら説明する。図7は、本発明の液晶表示装置の1絵素領域を模式的に示した断面図であり、図7(a)は、垂直配向膜の厚さを変化させた場合であり、図7(b)、(c)は、一方の基板上に固体誘電体層を形成し、該固体誘電体層の厚さを変化させた場合である。

【0046】図7(a)に示すように、一方(図の下側)の基板32の表面の絵素領域には、反射板兼用の絵素電極52が形成されており、その上を覆って、垂直配向層58aが形成されている。垂直配向層58aは、液晶層40の厚さ $d_{in}$ が図6に示したように変化するような断面形状を有している。垂直配向層58aの厚さ( $d_f$ )の位置( $x$ )に対する変化は、液晶層40の厚さの変化と逆になるので、垂直配向層58aの厚さ $d_f$

( $x$ )の微分係数は正であることが好ましい。他方(図の上側)の基板34の液晶層40側の表面には、対向電極54が形成されており、その上を覆って、垂直配向層58bが形成されている。垂直配向層58bは平坦な断面を有している。

【0047】垂直配向層58aの近傍に存在する液晶分子42は、垂直配向層58aの表面に対して垂直に配向するので、基板面に対して傾いている。従って、電極52と54との間に電圧を印加すると、電場の方向( $E$ )に対して、液晶分子の長軸は傾いた状態にある。その結果、液晶分子42は、電場 $E$ によってそれぞれ図中の矢印で示される方向にのみ倒される。基板面の法線方向に対する液晶分子の傾き角 $\theta'$ は、 $0 < \theta' \leq 3^\circ$ が好ましい。 $\theta'$ が $3^\circ$ を超えると、液晶分子による位相差が

(6)

9

発生し、光抜けが起こり、コントラスト比の低下を招くので、好ましくない。

【0048】このように、垂直配向層の断面形状（厚さ）を変化させ、図6を用いて説明したように液晶層40の厚さを変化させることによって、軸対称配向の中心軸の位置を制御できるとともに、軸対称配向を再現性良く形成することが可能となる。また、図7(b)に示すように、垂直配向層58aの下部（基板側）に、所望の形状を有する固体誘電体層59を別途形成し、その上に平坦な断面形状を有する垂直配向層58aを形成してもよい。固体誘電体層59としては、一般的に用いられているオーバーコート剤、具体的にはエポキシ系コート剤やエポキシアクリレート系コート剤等を用いることができる。

【0049】固体誘電体層59を用いて液晶層40の厚さを制御する場合、固体誘電体層59は絵素電極52上に形成することが好ましい。図7(c)のように、所望の断面形状を有する固体誘電体層59の上に絵素電極52を形成すると、電界Eの方向が基板面に対して傾斜するので、液晶分子42が倒される方向が一義的に決まらず、好ましくない。

【0050】また、絵素領域内の液晶層の厚さを制御することに加えて、図8に示すように、絵素領域のほぼ中央部に突起物69を設けることによっても、軸対称配向の中心軸の位置をより正確に制御することができる。中央部に設けられた突起物69の形成位置に軸対称配向の中心軸が形成され、さらに、軸対称配向の中心軸を固定することが可能となる。突起物69の幅は、絵素領域の幅の約10分の1以下であることが望ましい。絵素領域の幅の約10分の1を超えると、開口率が低下して液晶表示装置の光透過率が低下するので好ましくないからである。なお、図8中の数字は図2と同一のものを示す。

【0051】（反射板）上述した説明では、反射板は絵素電極と兼用する形態で設けるようにしているが、本発明はこれに限らず、絵素電極とは別にして反射板を設けるようにすることも可能である。この場合、絵素電極は透明な材料にて形成する必要がある。

【0052】反射板としては、

(a) 液晶層の背面に拡散性反射特性を有する反射板を設置する方式

(b) 液晶層の背面に金属反射板を設置し、液晶層の前面に前方散乱板を設置する方式  
が使用できる。

【0053】(a)方式の例としては、高分子樹脂をフォトリソで凹凸に加工し、熱プロセスで基板上になめらかなでこぼこを形成し、その上に金属反射板を形成する方式、または、金属薄膜上に2種類以上の屈折率差の違う高分子樹脂をパターンニングする方式、または、ホログラムを用いる方式などを使用することができる。

【0054】(b)方式の例としては、反射板にA1な

10

どからなる平坦な金属薄膜を形成し、前方散乱板には後方散乱特性が殆ど無く前方散乱特性が強い散乱板（透明微粒子を透明な重合性樹脂で固めたものやホログラムなど）が使用できる。液晶層に接する面が平坦であるため液晶の配向に悪影響を及ぼさず、かつ、視差も生じないため良好な表示特性が得られる。

【0055】なお、上記(a)方式や(b)方式の反射板は、反射板兼用の絵素電極として用いる構成とすることも可能である。

10 【0056】次に、本発明の液晶材料関連について、具体的には、液晶の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ 、ツイスト角および2色性色素について述べる。

【0057】（誘電率の異方性 $\Delta\epsilon$ ）本発明の反射型液晶表示装置は、垂直配向膜を用い液晶分子を基板面に対して垂直に配向させ、電圧印加により液晶分子を倒して、軸対称配向状態を形成させるものであるため、液晶材料の $\Delta\epsilon$ が負であることが前提となる。 $\Delta\epsilon$ の大きさは、用途により異なり、本発明では特に限定しないが、駆動電圧を低下させる観点からは、一般的に大きな値である事が好ましい。

【0058】（ツイスト角）液晶材料のツイスト角も、液晶表示装置の入射光の吸収量（コントラストに反映される）を決定する要素のひとつであり重要である。液晶表示装置の入射光の吸収量は、ツイスト角が大きくなるに従って電圧印加時の2色性色素の吸収軸が平均化されるために多くなる。しかし、ショートピッチの場合、応答速度が遅くなりツイスト角を大きくするにも問題がある。ツイスト角の好ましい範囲としては、 $30^\circ \sim 360^\circ$ である。

30 【0059】（2色性色素）G-H型表示モードに使用している2色性色素を使用することができる。例えば一例として、アントラキノン系またはアゾ系の2色性色素などを使用することができるが、その他のものを使用しても支障がない。

【0060】

【実施例】以下本発明の実施例を示すが、本発明は、これに限定されるものではない。

【0061】（実施例1及び比較例1）実施例1では、図8に示すように、反射板を兼ねたA1からなる絵素電極3付き基板1上の絵素領域外に、感光性ポリイミドで7 $\mu\text{m}$ のスペーサー8を形成し、そのスペーサー8の基板側部分を囲むように、レジスト材料OMR83（東京応化社製）で3 $\mu\text{m}$ の盛り上がり領域2を形成した。なお、盛り上がり領域2を先に形成しその上にスペーサー8を形成してもよい。絵素領域の大きさは100 $\mu\text{m} \times$  100 $\mu\text{m}$ である。更に、その上に、垂直配向膜（JALS-204：日本合成ゴム）4をスピンコートにより形成した。

50 【0062】もう一方の、透明材料（ITO：1500オングストローム）からなる対向電極11付き基板10



(7)

11

上にも、同じ材料で垂直配向膜1・2を塗布にて形成し、両基板を貼り合わせて液晶セルを完成させた。

【0063】作製した基板1上に形状された垂直配向膜4の絵素領域内の断面形状はすり鉢状になっており、絵素領域の中央部から周辺部に至る垂直配向膜4の厚みの変化を示す曲線の微分係数は連続的に正である。それにより、絵素領域内の液晶層の厚さの変化を示す曲線の微分係数は負になるように制御されている。

【0064】これに対して、比較例1では、感光性ポリイミドでスペーサー8を形成し、格子状の盛り上がり領域2を形成せずに、垂直配向膜4を塗布し、そのまま対向基板10と貼り合わせて液晶セルを完成させた。

【0065】実施例1と比較例1の作製した液晶セル中に、共に、n型液晶材料( $\Delta\epsilon=-4.0$ 、 $\Delta n=0.08$ 、カイラル角 $7\mu m$ で $90^\circ$ に設定)と2色性色素(D5:メルク社製:2%添加)の混合物を注入し、電圧を7V印加した。印加後、初期状態で、軸対称配向の配向軸が複数存在する状態となり、さらに、電圧印加状態を続けると絵素領域毎に1つずつ軸対称配向した状態になった。

【0066】盛り上がり領域が無い比較例1の場合は、液晶ドメインがランダム配向状態になり、ディスクリネーションラインが秩序なく形成された。セルに電圧を印加して観察したところ中間調においてざらつき感が発生した。一方、実施例1の液晶セルの軸対称配向は、 $V_{th} \times 1/2$ 以上の電圧印加状態では安定であるが、 $1.3V$ ( $V_{th} \times 1/2$ 以下)にすると、軸対称配向の状態が崩れ、初期状態に戻ってしまう。再び配向電圧を印加すると、初期の軸対称配向の配向軸が複数存在する状態を経て絵素領域毎に1つずつ軸対称配向した状態になる。この現象は、同様の電圧印加を20回実施しても変化なかった。

【0067】実施例1の液晶セルの電気光学特性を測定するために、まず軸対称配向を形成させる電圧を印加して軸対称状態を形成し、測定を始めてからは、配向が安定な電圧範囲で測定した。その結果、液晶セルに対して垂直方向から $30^\circ$ 傾斜した方向での反射光から測定したコントラストが7:1であった。本実施例1のセルでは、液晶分子の初期配向状態(電圧無印加時)が基板に対して垂直方向であるため白レベルの反射率が高い。

【0068】なお、本実施例では垂直配向膜4の絵素領域内の断面形状(厚さ)を変化させたが、図7(b)に示すように、基板1の液晶層に接する表面に、固体誘電体層が形成されており、該固体誘電体層の厚さを、絵素領域の中央部で最も薄く、絵素領域の周辺部に向かって連続的に増加する構成にしてもよい。絵素領域の中央部から周辺部に至る該固体誘電体層の厚みの変化を示す曲線の微分係数は連続的に正である。それにより、絵素領域内の液晶層の厚さの変化を示す曲線の微分係数は負になるように制御される。この場合においても、実施例1

12

と同様に安定した軸対称配向が形成され、同等の明るさが得られた。

【0069】(実施例2)本実施例2では、図9に示す突起物69を有する反射型液晶表示装置を作製した。

【0070】実施例1と同様に表面がすり鉢状となった、絵素電極を有する基板上の絵素領域中央部に、レジスト材料(OMR83)で突起物69を形成し、その後、実施例1と同様にして反射型液晶表示装置を作製した。すると、軸対称配向の配向軸が突起物69の箇所に固定され、軸対称配向の軸位置がより正確に制御された反射型液晶表示装置となっていた。

【0071】作製された反射型液晶表示装置を中間調状態(電圧印加状態)で視角方向から観察したところ、ざらつき感は観察されなかった。

【0072】(実施例3及び比較例2)図4に示すように、TFT素子7を有する基板1の走査線5上に、実施例1で使用した感光性ポリイミドで高さ $7\mu m$ のスペーサー8を形成し、その基板側周囲にレジスト材料(OMR83)で絵素領域間を隔てる、高さ $3\mu m$ の盛り上がり領域2を作製し、その上に垂直配向膜(JALS204:日本合成ゴム社製)4を形成した。そして、この基板1と、対向電極11付き基板(垂直配向膜12塗布済み)10とを貼り合わせ、白黒表示用のTFTセルを作製した。

【0073】これに対して、比較例2は、実施例3で使用したTFT基板1と対向電極付き基板10上に垂直配向膜(JALS204)4、12を塗布し、垂直配向膜4、12上を一方方向にラビングすることにより配向処理(配向処理した基板を貼り合わせ時に、ラビング方向が互いに直交するようにラビング方向を決定)を行った。作製した両基板を貼り合わせてTFTセルを作製した。

【0074】作製した実施例3と比較例2のそれぞれのセルに、実施例1で使用した液晶材料(2色性色素を添加)を注入し、反射型液晶表示装置を完成させた。

【0075】実施例3の反射型液晶表示装置では、電圧を印加することにより、それぞれの絵素が軸対称配向状態になった。また、比較例2の反射型液晶表示装置では、液晶材料の電圧に対する倒れ方が異なるため、特に中間調状態でざらつき感が発生した。

【0076】また、実施例3の反射型液晶表示装置と比較例2の反射型液晶表示装置を $60^\circ C$ で200時間、通電エージングを行った。その結果、実施例3の反射型液晶表示装置では、しみの発生が起らなかったが、比較例2の反射型液晶表示装置では、表示画面下部にしみの発生が確認された。

【0077】

【発明の効果】以上詳述したように本発明による場合には、液晶層の初期の配向状態を垂直配向膜に対して垂直方向に配向させ、また、2色性色素の吸収軸も垂直配向膜に垂直になるようにして、反射率(明るさ)を改善す

(8)

13

ることができるので、しみの発生を防止できることはもちろんのこと、ざらつき感も解消することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の基本モードの反射型液晶表示装置を示す断面図、(b)はその反射型液晶表示装置を構成する一方の基板を示す正面図である。

【図2】本発明の基本モードの反射型液晶表示装置の動作例を説明するための断面図である。

【図3】本発明の基本モードの反射型液晶表示装置の動作電圧例を示す図である。

【図4】(a)は本発明の実施例1の反射型液晶表示装置を示す断面図、(b)はその平面図である。

【図5】ざらつきの発生原因を説明するための図である。

【図6】(a)は本発明における液晶層厚の一例を示す断面図、(b)はその液晶層厚の変化例を示す図である。

【図7】(a)～(c)は本発明の反射型液晶表示装置における形態の変更例を示す断面図である。

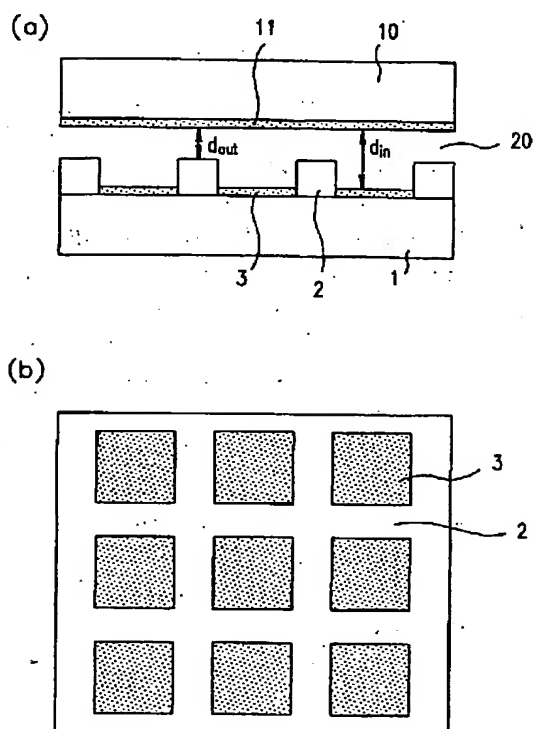
【図8】本発明の実施例1の反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図9】本発明の実施例2の反射型液晶表示装置を示す断面図である。

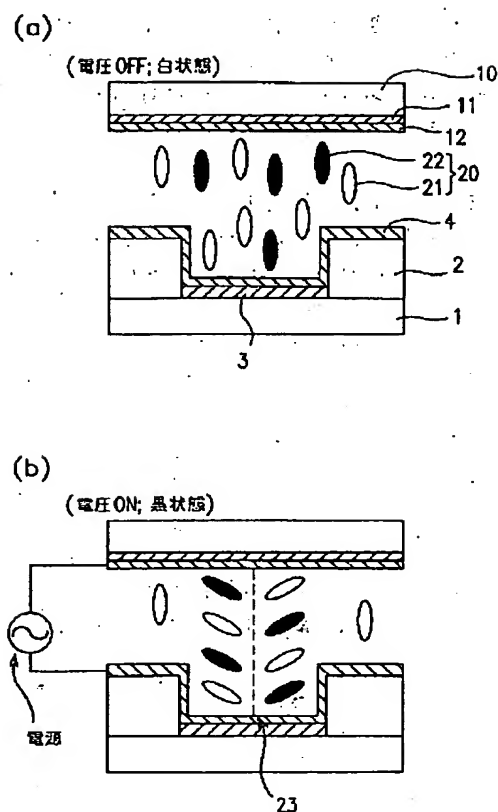
#### 【符号の説明】

- 1、10 基板
- 2 盛り上がり領域
- 3 絵素電極
- 4、12 垂直配向膜
- 5 走査線
- 6 信号線
- 7 TFT素子
- 8 スペース
- 11 対向電極
- 20 液晶層
- 21 液晶材料
- 22、2色性色素
- 32 基板
- 34 基板
- 40 液晶層
- 42 液晶分子
- 52 絵素電極
- 54 対向電極
- 58a 垂直配向層
- 58b 垂直配向層
- 59 固体誘電体層
- 69 突起物

【図1】



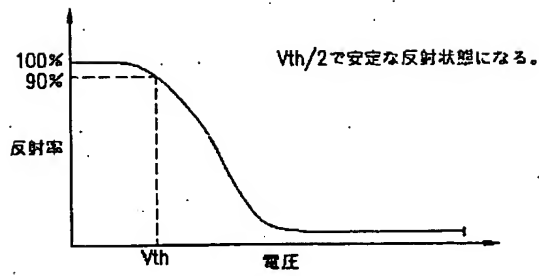
【図2】



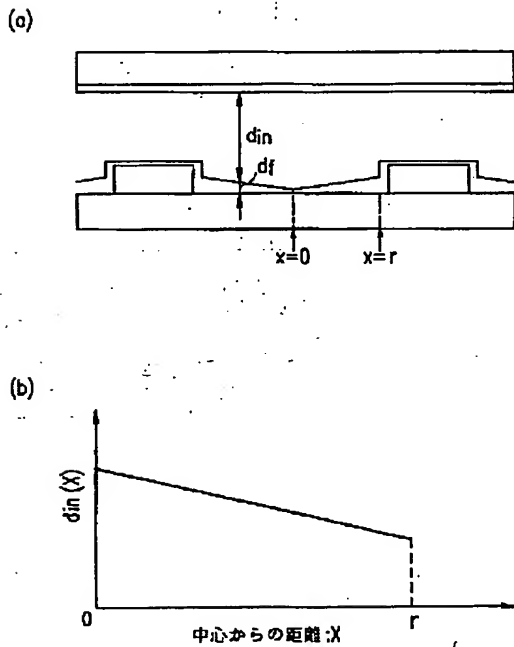


(9)

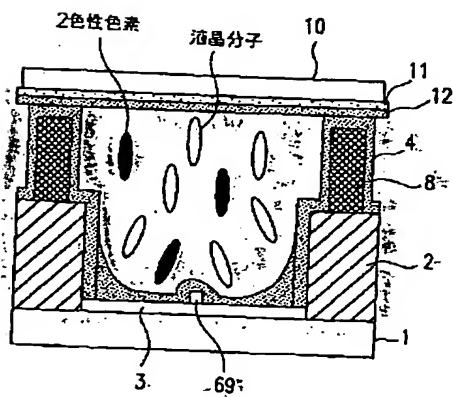
【図3】



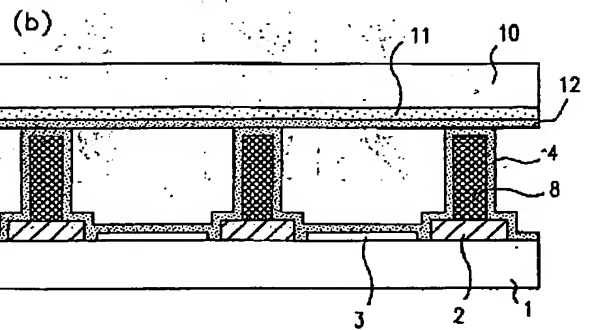
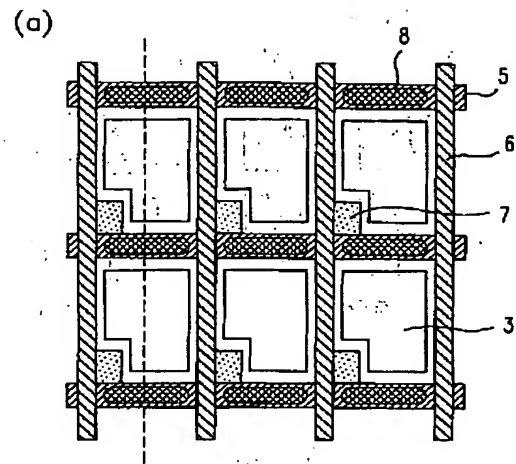
【図6】



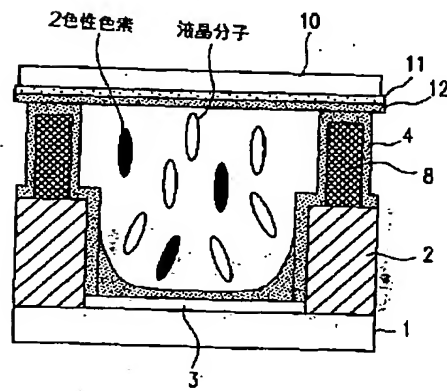
【図9】



【図4】

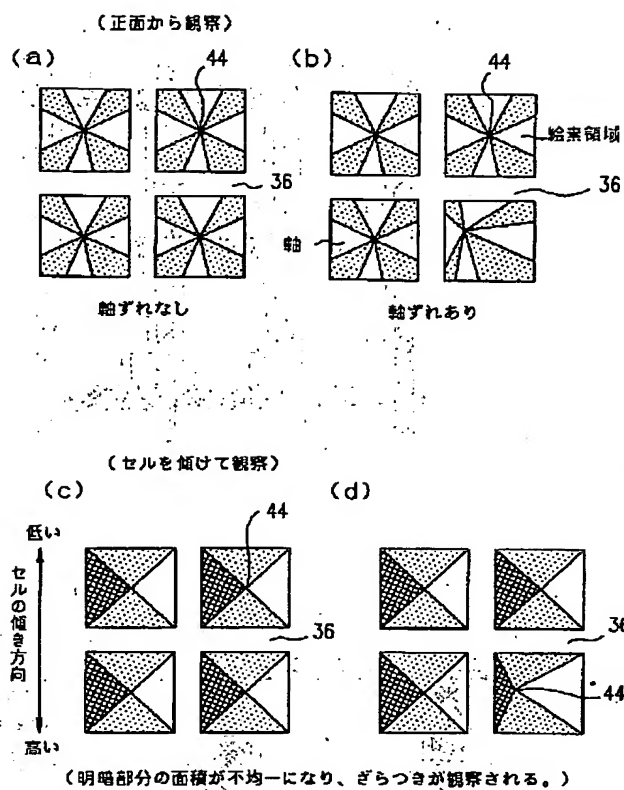


【図8】



(10)

【図5】



【図7】

